

5 Verfahren zur Motorsteuerung eines Kraftfahrzeugs mit
 Handschaftgetriebe

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Motorsteuerung eines Kraftfahrzeugs mit Handschaftgetriebe.

10 Bei Kraftfahrzeugen mit Handschaftgetriebe ist zur Unterbrechung des Kraftflusses zwischen dem Motor und dem Getriebe des Kraftfahrzeugs während des durch manuelle Betätigung des Handschaftgetriebe erfolgenden Schaltvorgangs eine vom Fahrer des Kraftfahrzeugs üblicherweise über ein Fußpedal zu betätigende mechanische Kupplung vorgesehen. Bei hohen Motordrehzahlen im Leerlauf und bei einem mit hohen Motordrehzahlen erfolgenden Anfahrvorgang (bsp. bei einem Rennstart mit schleifender Kupplung) wird durch den großen Drehzahlunterschied zwischen Motor und Getriebe eine sehr hohe Reibarbeit auf die Kupplung
15 übertragen. Dies führt zu einer starken thermischen Belastung der Kupplung, was einen vorzeitigen Kupplungsverschleiß insbesondere bei drehmoment- und anzugsstarken, hochdrehenden Motoren mit Vierradantrieb zur Folge hat.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Motorsteuerung eines Kraftfahrzeugs mit Handschaftgetriebe anzugeben, bei dem nachteilige Auswirkungen auf die Kupplung, insbesondere beim Anfahrvorgang und im Leerlauf des Kraftfahrzeugs, vermieden werden.

- 2 -

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Bestandteil der weiteren Patentansprüche.

5

Erfindungsgemäß wird bei einem Kraftfahrzeug mit Handschaltgetriebe, bei dem keine Mittel zur direkten Bestimmung des eingelegten Gangs vorgesehen sind, eine Reduzierung des vom Fahrer durch die Betätigung des Fahrpedals angeforderten Soll-Motordrehmoments insbesondere zur Begrenzung der Motordrehzahl zugelassen, solange mindestens ein vorgebares (applizierbares) Zulassungskriterium für den Fahrzustand des Kraftfahrzeugs erfüllt ist. Hierbei wird zumindest ein von der Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs abhängiges Zulassungskriterium herangezogen, insbesondere das Unterschreiten eines vorgebbaren applizierbaren Geschwindigkeitsschwellwerts durch die Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs; als Geschwindigkeitsschwellwert für die Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs wird hierbei vorzugsweise ein Wert im Bereich von 30 km/h bis 40 km/h oder ein Wert unterhalb von 40 km/h vorgegeben, bsp. ein Wert von ca. 35 km/h. Demzufolge wird bei der Fahrgeschwindigkeit Null des Kraftfahrzeugs (im Leerlauf des Kraftfahrzeugs) oder bei einer gegenüber dem Geschwindigkeitsschwellwert geringeren Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs (beim Anfahrvorgang des Kraftfahrzeugs) anstelle des vom Fahrer durch die Betätigung des Fahrpedals angeforderten Soll-Motordrehmoments insbesondere zur Begrenzung der Motordrehzahl ein Vorgabe-Motordrehmoment ermittelt, das unter bestimmten Voraussetzungen gegenüber dem Soll-Motordrehmoment reduziert ist. Optional kann als weiteres Zulassungskriterium (insbesondere beim Anfahrvorgang des Kraftfahrzeugs) eine applizierbare Verzögerungszeit herangezogen werden, d.h. eine mögliche Reduzierung des vom Fahrer durch die Betätigung des Fahrpedals angeforderten Soll-Motordrehmoments und damit die Vorgabe eines ggf. hiervon abweichenden Vorgabe-Motordrehmoments wird erst nach Ablauf einer bestimmten

10

15

20

25

30

Zeitspanne nach dem Erkennen des Anfahrvorgangs des Kraftfahrzeugs zugelassen. Diese Verzögerungszeit (bsp. 500 ms) kann insbesondere bei Kraftfahrzeugen mit langsamem Aufbau der Motorleistung bzw. des Motordrehmoments als Zulassungskriterium herangezogen werden, bsp. bei Kraftfahrzeugen mit Turboladern, bei denen ein langsamer Aufbau des Ladedrucks erfolgt.

Das Vorgabe-Motordrehmoment wird hierbei in Abhängigkeit mindestens einer Motorkenngröße ermittelt, vorzugsweise werden die Motordrehzahl einerseits und der Quotient aus Motordrehzahl und Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs andererseits als Motorkenngrößen herangezogen. Zur Generierung des Vorgabe-Motordrehmoments wird das Soll-Motordrehmoment mit einem Momentenfaktor beaufschlagt, dem Werte im Wertebereich von 0 bis 1 zugeordnet werden; das Vorgabe-Motordrehmoment weicht somit insbesondere dann vom Soll-Motordrehmoment ab und ist gegenüber dem Soll-Motordrehmoment reduziert, wenn der Momentenfaktor den Wert 1 unterschreitet; dies ist vorzugsweise dann der Fall, wenn die Motordrehzahl des Kraftfahrzeugs einen vorgebbaren Drehzahlschwellwert übersteigt (bsp. wird als Drehzahlschwellwert ein Wert von 4600 U/min vorgegeben) und wenn der Quotient aus Motordrehzahl und Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs innerhalb eines vorgebbaren Wertebereichs (bsp. zwischen $100 \text{ min}^{-1}/\text{km/h}$ und $500 \text{ min}^{-1}/\text{km/h}$) liegt. Der Momentenfaktor kann hierbei aus einem Kennfeld ermittelt werden, in dem die verwendeten Motorkenngrößen, vorzugsweise die Motordrehzahl und der Quotient aus Motordrehzahl und Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs, abgebildet sind. Ein gegenüber dem Soll-Motordrehmoment reduziertes Vorgabe-Motordrehmoment (bei einem den Wert 1 unterschreitenden Momentenfaktor) wird in üblicher Weise durch einen auf das Motordrehmoment einwirkenden Eingriff realisiert, insbesondere durch einen Eingriff auf die Drosselklappe und/oder die Zündung und/oder die Kraftstoffeinspritzung des Kraftfahrzeugs.

- 4 -

Vorteilhafterweise kann mit dem vorgestellten Verfahren ohne das Erfordernis einer expliziten Gangerkennung des eingelegten Gangs, eine signifikante Reduzierung der Beanspruchung der Kupplung und damit eine Vermeidung von Überlastungen der Kupplung durch eine Begrenzung des Motordrehmoments und demzufolge der Motordrehzahl sowohl im Leerlauf des Kraftfahrzeugs als auch beim Anfahrvorgang des Kraftfahrzeugs gewährleistet werden. Bei sportlichen Anfahrmanövern, insbesondere im Falle des Anfahrens mit hoher Drehzahl und Last, werden aufgrund der gleichförmigen Beeinflussung des Vorgabe-Motordrehmoments infolge der vorzugsweise verwendeten Motorkenngrößen Motordrehzahl und Fahrge-
10 schwindigkeit und infolge der Vermeidung von Sprüngen der Drehmomentbegrenzung beim Erkennen und Wechseln der Gänge nachteilige Auswirkungen auf Agilität, Beschleunigungsverhalten oder Fahrkomfort des Kraftfahrzeugs vermieden. Im Leerlauf des Kraftfahrzeugs kann die
15 Begrenzung des Motordrehmoments und demzufolge der Motordrehzahl für akustische Zwecke genutzt werden.

Im Zusammenhang mit der Zeichnung soll ein Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert werden.

20 Hierbei zeigt:

Figur 1 ein Prinzipschaltbild der Drehmomentsteuerung,

Figur 2 den zeitlichen Verlauf der Stellung von Fahrpedal und Drosselklappe beim Anfahrvorgang,

Figur 3 den zeitlichen Verlauf verschiedener Motorkenngrößen beim Anfahrvorgang.
25

In der Figur 1 ist das Prinzipschaltbild einer den Anfahrvorgang eines Kraftfahrzeugs mit Handschaltgetriebe beeinflussenden Motorsteuerung dargestellt.

30 Eine Beeinflussung des vom Fahrer des Kraftfahrzeugs durch die Betätigung des Fahrpedals (siehe Figur 2) angeforderten Soll-Motordrehmoments M_s und damit die Vorgabe eines ggf. hier gegenüber reduzierten

- 5 -

Vorgabe-Motordrehmoments M_V ($M_V \leq M_S$) wird nur beim Erfüllen mindestens eines Zulassungskriteriums zugelassen. Als zu erfüllendes Zulassungskriterium werden bsp. das Anfahren bzw. Anrollen des Kraftfahrzeugs (Fahrgeschwindigkeit v des Kraftfahrzeugs > 0 , was mittels des Komparators 4 überprüft wird), der Ablauf einer Verzögerungszeit τ (die Verzögerungszeit τ von bsp. 500 ms wird durch das Verzögerungsglied 5 eingestellt) und das Unterschreiten eines Geschwindigkeitsschwellwerts v_S (Fahrgeschwindigkeit v des Kraftfahrzeugs $<$ Geschwindigkeitsschwellwert v_S von bsp. 35 km/h, was mittels des Komparators 3 überprüft wird) herangezogen. Beim Erfüllen aller Zulassungskriterien wird am Ausgang des Logikglieds 7 ein entsprechendes Logiksignal auf der Steuerleitung 6 ausgegeben und das Schaltglied 2 betätigt, das von der Eingangsleitung 9 (Vorgabe eines Vorgabe-Drehmoments M_V am Ausgang 8 des Schaltglieds 2 ist gesperrt) auf die Eingangsleitung 10 umschaltet (Vorgabe eines Vorgabe-Drehmoments M_V am Ausgang 8 des Schaltglieds 2 ist freigeschaltet). Durch Multiplikation des Soll-Motordrehmoments M_S mit dem Momentenfaktor MF ($MF \leq 1$) wird ein Vorgabe-Drehmoment M_V generiert, das maximal so groß wie das Soll-Motordrehmoment M_S ist, unter bestimmten Umständen aber kleiner als das Soll-Motordrehmoment M_S ist (keine Reduzierung des Soll-Motordrehmoments M_S bei $MF = 1$; Reduzierung des Soll-Motordrehmoments M_S bei $MF < 1$). Zur Ermittlung des Momentenfaktors MF bei freigeschalteter Eingangsleitung 10 des Schaltglieds 2 werden die beiden Motorkenngrößen Motordrehzahl n einerseits und Quotient Q aus Motordrehzahl n und Fahrgeschwindigkeit v des Kraftfahrzeugs andererseits herangezogen, die als Eingangsgrößen einem Kennfeld 1 zugeführt werden, an dessen Ausgang der Momentenfaktor MF ($MF \leq 1$) auf der Eingangsleitung 10 ausgegeben wird. Bsp. ist der Momentenfaktor MF nur dann von 1 verschieden ($MF < 1$) und bewirkt hierdurch über den Ausgang 8 des Schaltglieds 2 einen Eingriff auf das Soll-Motordrehmoment M_S zur Begrenzung der Motordrehzahl n , wenn die Motordrehzahl n einen Drehzahlschwellwert n_S übersteigt (bsp. wird als

5 Drehzahlschwellwert n_s ein Wert von 4600 min^{-1} vorgegeben) und der Quotient Q aus Motordrehzahl n und Fahrgeschwindigkeit v des Kraftfahrzeugs innerhalb eines bestimmten Wertebereichs liegt (bsp. wird dieser Wertebereich von $150 \text{ min}^{-1}/\text{km/h}$ bis $500 \text{ min}^{-1}/\text{km/h}$ vorgegeben, was in etwa dem Bereich des 1. Gangs eines üblichen Handschaltgetriebes entspricht). Der Eingriff zur Reduzierung des Soll-Motordrehmoments M_s auf das Vorgabe-Drehmoment M_v bei einem Momentenfaktor MF kleiner als 1 ($MF < 1$) kann bsp. über die Drosselklappe oder den Einspritzzeitpunkt oder den Zündzeitpunkt erfolgen.

10

Die Figuren 2 und 3 zeigen den zeitlichen Verlauf bestimmter Motorkenngrößen des Kraftfahrzeugs mit Handschaltgetriebe bei einem Rennstart (Anfahren des Kraftfahrzeugs mit Vollgas und durchgetretener Kupplung). In der Figur 2 ist hierzu der zeitliche Verlauf der durch den Fahrer vorgegebenen Stellung des Fahrpedals (Kurve (a)) als Maß für das Soll-Motordrehmoment M_s) sowie die Stellung der Drosselklappe (Kurve (b)) als Maß für das Vorgabe-Drehmoment M_v) dargestellt, in der Figur 3 der zeitliche Verlauf der Fahrgeschwindigkeit v (Kurve (c)), der Motordrehzahl n (Kurve (d)), des Quotienten Q aus Motordrehzahl n und Fahrgeschwindigkeit v (Kurve (e)) und des Momentenfaktors MF (Kurve (f)).

15

20

25

30

Zum Zeitpunkt t_1 vor dem Anfahren des Kraftfahrzeugs wird bei einem Rennstart das Fahrpedal vollständig durchgetreten (Kurve (a)) und dementsprechend die Drosselklappe vollständig geöffnet (Kurve (b)), gleichzeitig wird das Kupplungspedal durchgetreten. Die Motordrehzahl n (Kurve (d)) steigt auf einen oberhalb des Drehzahlschwellwerts n_s von bsp. 4600 min^{-1} liegenden kritischen Wert von bsp. 5800 min^{-1} an.

Zum Zeitpunkt t_2 beim Anfahren des Kraftfahrzeugs (Anrollen) wird die Kupplung schlagartig oder allmählich geschlossen, das Fahrpedal (Kurve (a)) bleibt vollständig durchgetreten und die Drosselklappe (Kurve (b)) ist vollständig (zu 100%) geöffnet (Vollgas), wodurch die Fahrgeschwindigkeit v (Kurve (c)) einen von Null verschiedenen Wert annimmt ($v > 0$). Die Motordrehzahl n (Kurve (d)) bleibt auf einem oberhalb des Drehzahl-

- 7 -

schwellwerts n_s (bsp. 4600 min^{-1}) liegenden Wert. Aufgrund eines hohen Drehzahlunterschieds zwischen Motor und Getriebe des Kraftfahrzeugs kann dies zu thermischer Überlastung der Kupplung und damit zum Verschleiß (Ausfall) der Kupplung führen.

- 5 Zum Zeitpunkt t_3 unmittelbar nach dem Anfahren des Kraftfahrzeugs wird jedoch über den Momentenfaktor MF eine Begrenzung des Motordrehmoments M vom Soll-Motordrehmoment M_s auf das Vorgabe-Drehmoment M_v vorgenommen, da einerseits die Zulassungskriterien für das Vorgabe-Drehmoment M_v erfüllt sind (Fahrgeschwindigkeit $v > 0$ und
- 10 Fahrgeschwindigkeit v kleiner als der Geschwindigkeitsschwellwert v_s von bsp. 35 km/h , eine Verzögerungszeit τ nach dem Zeitpunkt t_2 (Anfahren des Kraftfahrzeugs) wird bsp. nicht vorgegeben ($\tau = 0$) und andererseits aufgrund der Werte der Motorkenngrößen Motordrehzahl n und Quotient Q aus Motordrehzahl n und Fahrgeschwindigkeit v als Eingangsgrößen
- 15 des Kennfelds 1 (insbesondere übersteigt die Motordrehzahl n den Drehzahlschwellwert n_s von 4600 min^{-1} , während der Quotient Q in einem vorgegebenen, für den 1. Gang charakteristischen Wertebereich liegt) vom Kennfeld 1 ein von 1 verschiedener Momentenfaktor MF ausgegeben wird ($MF \leq 1$, bsp. beträgt der Minimalwert von MF ca. 0.3). Hierdurch wird die
- 20 vollständig geöffnete Drosselklappe (Öffnung Drosselklappe 100 %) wieder teilweise geschlossen (Öffnung Drosselklappe $< 100 \%$, bsp. Öffnung Drosselklappe ca. 20 %) und daher ein gegenüber dem Soll-Motordrehmoment M_s reduziertes Vorgabe-Drehmoment M_v als Motordrehmoment abgegeben, was auch eine Reduzierung der Motordrehzahl n bewirkt, die demzufolge unter den Drehzahlschwellwert n_s von 4600 min^{-1} absinkt.

- Zum Zeitpunkt t_4 wird aufgrund der nun geänderten Werte der Motorkenngrößen Motordrehzahl n und Quotient Q aus Motordrehzahl n und Fahrgeschwindigkeit v als Eingangsgrößen des Kennfelds 1 (insbesondere durch
- 30 die Reduzierung der Motordrehzahl n , die somit den Drehzahlschwellwert n_s von 4600 min^{-1} wieder unterschreitet) vom Kennfeld 1 wieder der Wert

- 8 -

1 für den Momentenfaktor MF ausgegeben ($MF = 1$), wodurch die Drosselklappe (Kurve (b)) wieder entsprechend der Stellung des Fahrpedals (Kurve (a)) geöffnet wird (Öffnung Drosselklappe auf 100 %) und das dem Soll-Motordrehmoment M_S entsprechende Vorgabe-Drehmoment M_V als

5 Motordrehmoment abgegeben wird.

Zum Zeitpunkt t_5 wird beim Erreichen des Geschwindigkeitsschwellwerts v_S von bsp. 35 km/h für die Fahrgeschwindigkeit v ein Zulassungskriterium für die Vorgabe des Vorgabe-Drehmoments M_V nicht mehr erfüllt, so dass ab diesem Zeitpunkt t_5 die Vorgabe des Vorgabe-Drehmoments M_V deaktiviert wird. Hierdurch wird das Schaltglied 2 gemäß Figur 1 auf die Eingangsleitung 9 umgeschaltet und auf der Ausgangsleitung 8 des Schaltglieds 2 das durch die Stellung des Fahrpedals angeforderte Soll-Motordrehmoment M_S ausgegeben.

10

Patentansprüche

- 5
1. Verfahren zur Motorsteuerung eines Kraftfahrzeugs mit Handschaltgetriebe,
dadurch gekennzeichnet, dass beim Erfüllen mindestens eines vom
Fahrzustand des Kraftfahrzeugs abhängigen Zulassungskriteriums für
10 das Motordrehmoment (M) ein gegenüber dem durch die Stellung des
Fahrpedals des Kraftfahrzeugs angeforderten Soll-Motordrehmoment
(M_s) reduzierbares Vorgabe-Motordrehmoment (M_v) vorgegeben wird,
und dass das Vorgabe-Motordrehmoment (M_v) in Abhängigkeit min-
destens einer Motorkenngröße (n , Q) bestimmt wird.
- 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Zulassungskriterium die Fahrgeschwindigkeit (v) des Kraftfahrzeugs herangezogen wird, und dass das Vorgabe-Motordrehmoment (M_v) beim
20 Unterschreiten eines Geschwindigkeitsschwellwerts (v_s) für die Fahrgeschwindigkeit (v) des Kraftfahrzeugs in Abhängigkeit mindestens einer Motorkenngröße (n , Q) vorgegeben wird.
- 25
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorgabe-Motordrehmoment (M_v) erst nach dem Erkennen eines Anfahrvorgangs des Kraftfahrzeugs in Abhängigkeit mindestens einer Motorkenngröße (n , Q) vorgegeben wird.
- 30
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass als zusätzliches Zulassungskriterium eine bestimmte Verzögerungszeit (τ) nach dem Erkennen des Anfahrvorgangs des Kraftfahrzeugs herangezogen wird, und dass das Vorgabe-Motordrehmoment (M_v) nach Ablauf der Verzögerungszeit (τ) in Abhängigkeit mindestens einer Motorkenngröße (n , Q) vorgegeben wird.

- 10 -

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Motorkenngößen zur Bestimmung des Vorgabe-Motordrehmoments (M_V) zumindest die Motordrehzahl (n) und der Quotient (Q) aus Motordrehzahl (n) und Fahrgeschwindigkeit (v) des Kraftfahrzeugs herangezogen werden.
5
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das eine Drehzahlbegrenzung der Motordrehzahl (n) bewirkende Vorgabe-Motordrehmoment (M_V) gegenüber dem Soll-Motordrehmoment (M_S) reduziert wird, wenn die Motordrehzahl (n) einen Drehzahlschwellwert (n_S) übersteigt und der Quotient (Q) aus Motordrehzahl (n) und Fahrgeschwindigkeit (v) des Kraftfahrzeugs innerhalb eines bestimmten Wertebereichs liegt.
10
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Drehzahlschwellwert (n_S) für die Motordrehzahl (n) ein Wert von 4600 U/min vorgegeben wird.
15
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorgabe-Motordrehmoment (M_V) durch Beaufschlagung des Soll-Motordrehmoments (M_S) mit einem Momentenfaktor (MF) bestimmt wird.
20
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Momentenfaktor (MF) aus einem Kennfeld (1) ermittelt wird.
25
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Abweichung des Vorgabe-Motordrehmoments (M_V) vom Soll-Motordrehmoment (M_S) ein Eingriff auf die Drosselklappe und/oder die Zündung und/oder die Kraftstoffeinspritzung des Kraftfahrzeugs vorgenommen wird.
30
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Geschwindigkeitsschwellwert (v_S) für die Fahrgeschwindigkeit (v) des Kraftfahrzeugs ein Wert im Bereich von 25 km/h bis 40 km/h vorgegeben wird.
35

- 11 -

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass als Geschwindigkeitsschwellwert (v_s) für die Fahrgeschwindigkeit (v) des Kraftfahrzeugs ein Wert von 35 km/h vorgegeben wird.

5

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorgabe-Motordrehmoment (M_v) im Leerlauf des Kraftfahrzeugs zur akustischen Beeinflussung des Motorgeräuschs vorgegeben wird.

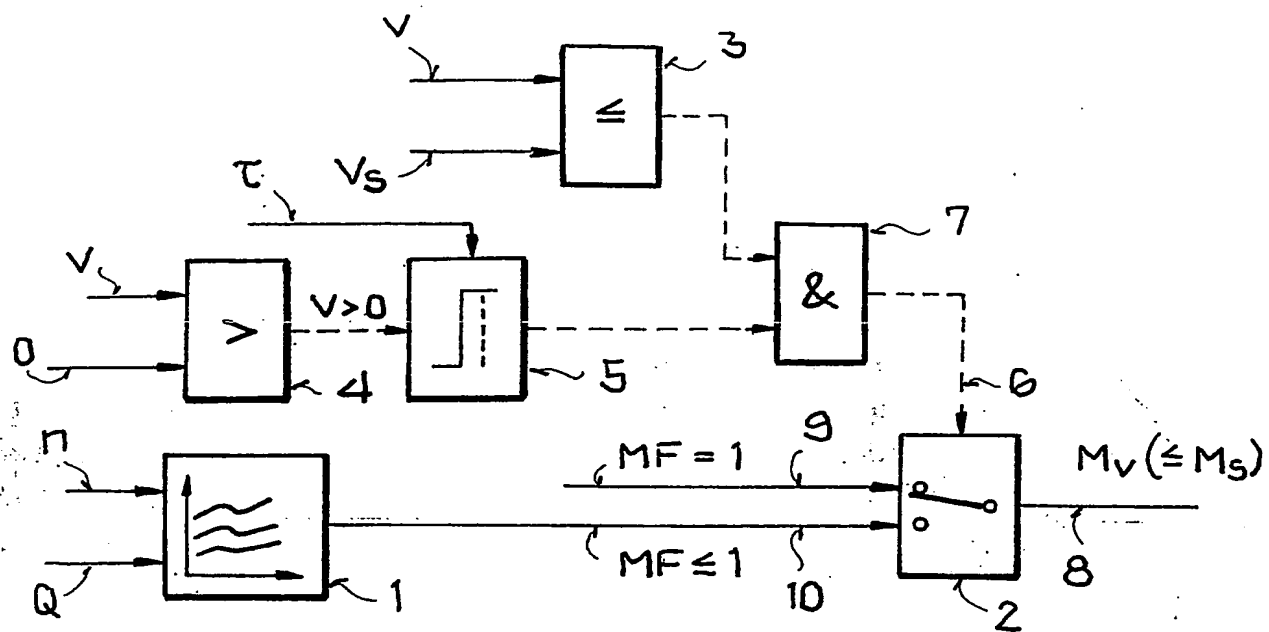
10

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorgabe-Motordrehmoment (M_v) beim Anfahrvorgang des Kraftfahrzeugs zur Vermeidung von Kupplungsschäden an der Kupplung des Kraftfahrzeugs vorgegeben wird.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1/2

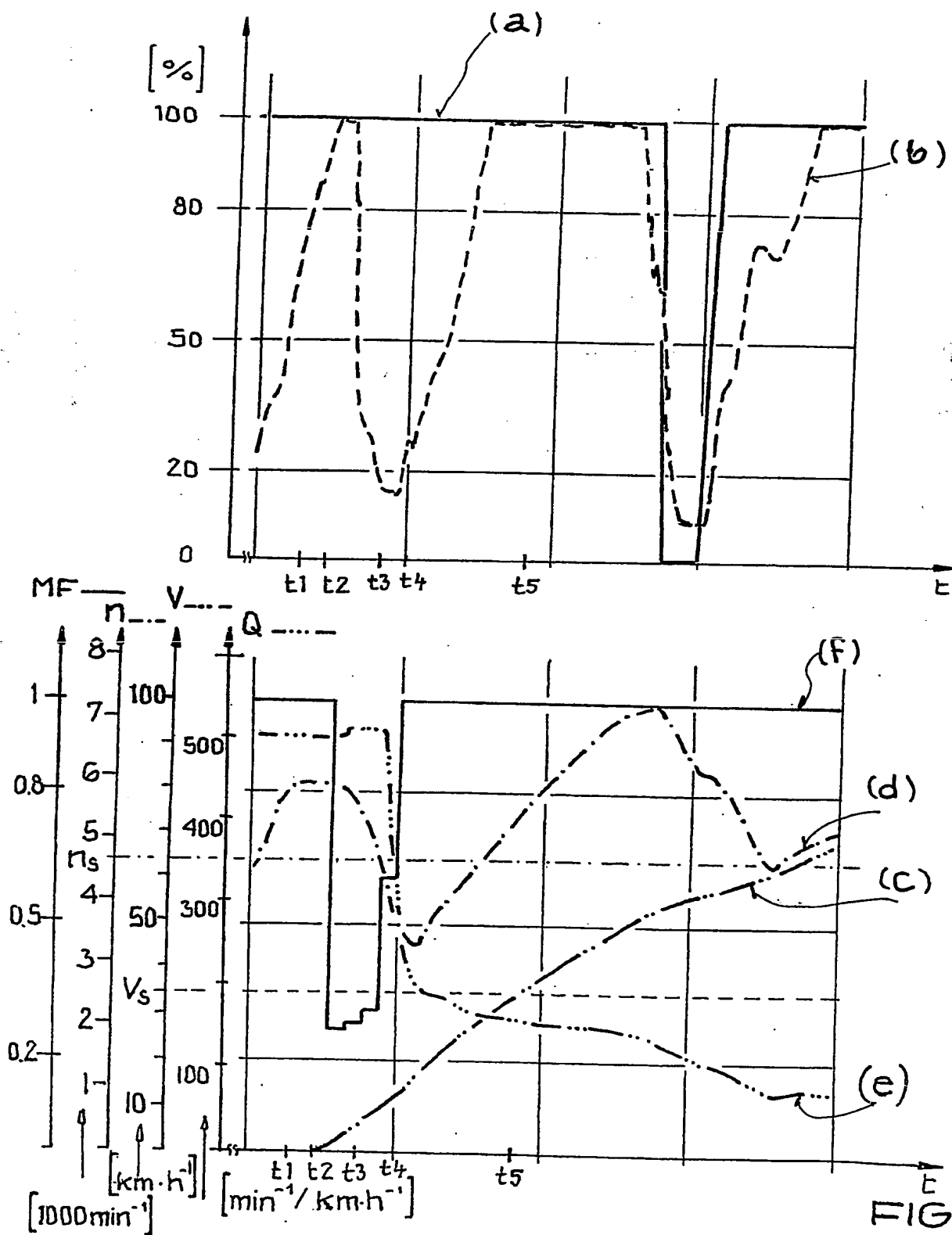
FIG. 1



THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/2

FIG. 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)